

# グローバルCOE（変動地球惑星学の統合教育研究拠点）シミュレーション・スクールでのスーパーコンピュータ利用の報告 プラズマ粒子シミュレーションを題材とした計算科学の実体験

著者	藤原 均，加藤 雄人，寺田 直樹，杉山 徹，西村 太志，岩崎 俊樹
雑誌名	SENAC：東北大学大型計算機センター広報
巻	43
号	1
ページ	38-40
発行年	2010-01
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/00124562">http://hdl.handle.net/10097/00124562</a>

[報告 計算科学・計算機科学人材育成のためのスーパーコンピュータ無償提供の試行]

## グローバル COE (変動地球惑星学の統合教育研究拠点) シミュレーション・スクールでのスーパーコンピュータ利用の報告 ー プラズマ粒子シミュレーションを題材とした計算科学の実体験 ー

藤原 均<sup>1</sup> 加藤雄人<sup>1</sup> 寺田直樹<sup>1</sup> 杉山徹<sup>2</sup> 西村太志<sup>1</sup> 岩崎俊樹<sup>1</sup>

1. 東北大学 大学院理学研究科 地球物理学専攻

2. 独立行政法人 海洋研究開発機構

### 1. はじめに

東北大学グローバル COE プログラム「変動地球惑星学の統合教育研究拠点」は、理・工学などの異分野の連携と国際的な連携を行い、東北大学の特色である世界最高精度の観測技術、未踏の極限実験技術、世界最高解像度の解析手法の開発を強力に推進し世界をリードしつつ、多様なディシプリンの研究を統合し、地球惑星変動と地球環境変動の起源と未来を明らかにすることを目的としてスタートしました。特に、先端的研究と教育とを結びつけ、課題発掘力、現場に強い技術開発力とフィールド力、そして世界において研究のイニシアティブを発揮できる国際性を有する若手研究リーダーを育成することを重要な課題として掲げ、いくつかの教育プログラムを実践しています。

そのような取り組みの一つとして GCOE 特別スクール (GCOE Special School) が設置され、本学大学院博士課程前期または後期に在籍し、東北大学グローバル COE プログラム「変動地球惑星学の統合教育研究拠点」のプロジェクトメンバー (事業推進担当者 および 同協力者) の指導下にある大学院生は、この GCOE 特別スクールをある一定時間数以上受講すると単位認定される仕組みになっています。実習型の特別スクールでは、「GCOE 地球惑星物質分析スクール」「GCOE 地球惑星計測スクール」「GCOE 地球惑星モデリングスクール」が並行して開講されています。本稿では、東北大学サイバーサイエンスセンターの「計算科学・計算機科学人材育成のためのスーパーコンピュータ無償提供」サービスを利用した「GCOE 地球惑星モデリングスクール」における実習について報告します。

### 2. GCOE 地球惑星モデリングスクール「プラズマ粒子系シミュレーション手法の解説」

GCOE モデリングスクールでは、計算機シミュレーションによって研究を進めている学生がさらに高度な手法を身につけるだけでなく、計算機シミュレーションが未経験な学生にとっても今後必要に応じてシミュレーション研究に取り組めるよう計算機シミュレーションの敷居を下げることも意図しています。地球(惑星)科学のシミュレーションは、主に固体地球、地球流体(大気・海洋)、地球・宇宙空間のプラズマに関連したテーマで実施されますが、今回は宇宙プラズマの粒子シミュレーションを題材に 2 日間の集中講義による実習を独立行政法人・海洋研究開発機構から

杉山徹氏を特別講師に招いて行いました。GCOE 特別スクールでは、これまでも様々な専門性を持つ国内外の第一級の研究者を特別講師として招聘し、若手研究者が様々な研究テーマ・研究手法にふれる機会の充実に努めています。

### 3. 講義・実習の概要

実習にはサイバーサイエンスセンター5階端末室を利用しました。受講生は大学院博士前期・後期課程の学生、ポスドク研究員であることから、一通りのコンピュータ (UNIX) の操作が出来ることを前提として、端末室でのコンピュータ操作については簡単な説明にとどめました (トラブルの対処・アシスタント役として藤原・加藤・寺田が参加)。講義では、はじめにプラズマの運動を支配する方程式系の解説を行い、Fortran で書かれたサンプルプログラムを参照しながら数値解法について解説し、実際にプログラムを実行、結果を図示するという一連の実習を実施しました。集中講義の概要・日程は以下の通りです。

#### 講義内容・目的 (事前のアナウンスより)

無衝突プラズマのマイクロ現象を、計算機内で再現する手法の1つとして、PIC法が広く使われている。本講義では、その基礎概念とテクニックを学び、初心者でもパソコン上ですぐにシミュレーションが実行できるようになることを目標とする。サンプルプログラムを用いた粒子シミュレーションの実習を通して、粒子シミュレーション実行へのハードルが低いことを実感することも本講義の大きな目的の1つである。

#### 日程

10月26日(月)

14:40-16:10、16:20-17:50

10月27日(火)

8:50-10:20、10:30-12:00、14:40-16:10、16:20-17:50

#### 実習時のコンピュータ利用について

東北大学サイバーサイエンスセンターの「計算科学・計算機科学人材育成のためのスーパーコンピュータ無償提供」サービスでは、計算機サーバとしてSX-7Cが提供され、プログラミング言語では、Fortran、C、C++、MPI版Fortran、MPI版C、MPI版C++が利用可能です。ただし、プログラムの実行は会話型処理のみ可能で、CPU時間制限値10分、メモリ制限値8GB、CPU数制限値4となっています。その他、上記システムではいくつかのソフトウェアが利用可能となっており、サンプルプログラムを用いた計算結果をその場で表示し確認することが出来ます。図1に講義、実習の様子を、図2にサンプルプログラムに基づくプラズマ粒子シミュレーション結果の一例を示します。



図 1. 実際の講義・実習風景。

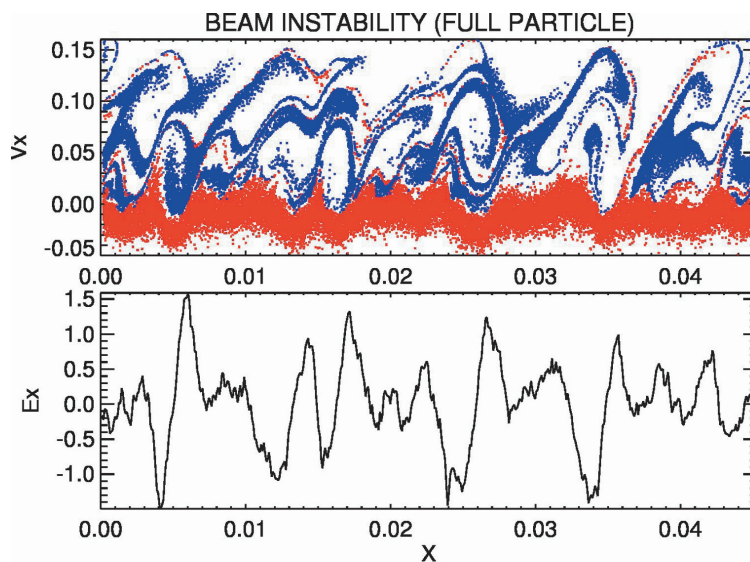


図 2. ビームプラズマ不安定性の全粒子シミュレーション結果。

上図は  $x$ - $V_x$  位相空間、下図は電場の空間分布。

#### 4. さいごに

受講生の半数近くは、普段は数値シミュレーションとは縁がない大学院生でしたが、実際に目では見ることのできないプラズマ粒子の不思議な振る舞いをシミュレーションによって視覚的(直感的)に理解する体験ができたものと思われます。また、数値シミュレーションの手法を用いて研究を行っている学生にとっても、いくつかのサンプルプログラムは自らのプログラミング技術向上に大いに役立ったと思われます。今回の東北大学サイバーサイエンスセンター「計算科学・計算機科学人材育成のためのスーパーコンピュータ無償提供」サービス利用は、GCOE 地球惑星モデリングスクールとしては初の試みでした。GCOE グループ内で(講義のための)計算機実習設備を整備(維持・管理)することは人的、予算的に極めて困難であり、今後もこのようなサービスの利用が GCOE での教育の充実に大いに役立つものと思われます。

最後に、このような実習用のシステム、及び端末室をご提供くださいました東北大学サイバーサイエンスセンターの関係者各位に深く感謝いたします。